

Zeitschrift: Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG
Herausgeber: Eisenbibliothek
Band: 58 (1987)

Artikel: Charles Babbage (1792-1871) : ein Pionier des Rechenautomaten
Autor: Lang, Norbert
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-378198>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Charles Babbage (1792–1871)– Ein Pionier des Rechenautomaten

Ing. HTL Norbert Lang
Rektor BBC-Technikerschule
Abteilung PAT
CH-5401 Baden

1. Zur Biografie

Charles Babbage kam am 26. Dezember 1792 in Totnes/Devonshire zur Welt. Sein Vater war Bankier. Charles konnte von ihm ein beträchtliches Vermögen erben, was ihm später die Finanzierung seiner wissenschaftlichen Experimente ermöglichte. Bereits im Knabenalter erwarb sich Charles durch Selbststudium mathematische Grundkenntnisse. Als er 1810 in Cambridge in das Trinity-College eintrat, fand er, dass seine Lehrer weniger von Algebra verstanden, als er selbst. Mit John Herschel, dem Sohn des aus Deutschland stammenden Astronomen William Herschel, verband ihn von der gemeinsamen Studienzeit an eine enge Freundschaft. Die beiden Freunde gelobten sich, «ihr Bestes zu geben, um diese Welt weiser zu verlassen, als sie sie betreten hatten.» Als ersten Schritt in dieser Richtung gründeten sie 1812 gemeinsam die «Analytische Gesellschaft» mit dem Ziel, in England die dort noch immer bevorzugte Newtonsche Symbolik in der Mathematik durch die auf dem Kontinent längst verbreitete Leibnizsche Schreibweise zu ersetzen. Trotz starker Opposition hatte die Gesellschaft Erfolg und beeinflusste damit wesentlich die Weiterentwicklung der Wissenschaften in England.

Eines Tages brachte Herschel astronomische Tabellen mit, deren Berechnung eben abgeschlossen worden war. Er bat Babbage, ihm bei der Überprüfung dieser Tabellen behilflich zu sein. Tatsächlich fanden die beiden darin eine beträchtliche Zahl von Rechenfehlern. Babbage soll daraufhin ausgerufen haben: «Ich wünschte bei Gott, dass diese Berechnungen mit Hilfe einer Dampfmaschine ausgeführt worden wären!» Herschel soll geantwortet haben, dass ihm dies durchaus möglich scheine. Von da an war Babbage von der Idee besessen, eine mechanische, dampfbetriebene Rechenmaschine zu bauen.

1828 erhielt Babbage die Lucasian-Professur für Mathematik in Cambridge, den gleichen Lehrstuhl also, den einst Newton innegehabt hatte. Später etablierte sich Babbage als beratender Ingenieur in London. Er interessierte sich stark für die Entwicklung des Eisenbahnwesens und war mit I.K. Brunel, dem Erbauer der englischen Breitspurbahn Great Western befreundet. Babbage war Brunel bei der Entwicklung eines Dynamometerwagens behilflich, mit welchem die Zugkräfte von Lokomotiven gemessen und aufgezeichnet werden konnten. Babbage war es auch, der vorschlug, auf allen Lokomotiven registrierende Geschwindigkeitsmesser anzubringen.

Babbage war sehr aufgeschlossen gegenüber neuen Ideen und war auch selbst ausserordentlich kreativ und vielseitig. Beispielsweise entwickelte er eine analytische Methode zur Beurteilung von Arbeitsabläufen, welche heute unter dem Namen «Operations Research» geläufig ist. Er wandte diese Methode an zur Beurteilung der Fabrikationsmethode von Stecknadeln sowie bei der Aufdeckung von damals offenbar gängigen Absprachen und Machenschaften im Buchdruck- und Verlagswesen. Dies brachte ihm jedoch Schwierigkeiten mit Verlegern ein, als er 1832 sein nachmals berühmt gewordenes Buch «On the Economy of Machinery and Manufactures» publizieren wollte.

Babbage prägte einmal den Satz: «Fehler, welche von nichtvorhandenen Fakten herrühren, sind weit mehr verbreitet und dauerhafter, als solche, die durch falsche Schlüsse aus korrekten Daten entstanden sind.» Dieses Erkenntnis müsste auch heute noch im Pflichtenheft eines jeden Publizisten



Charles Babbage

stehen! Ein weiteres aufsehenerregendes Ergebnis erzielte Babbage durch Anwendung seiner Methode bei der Wirtschaftlichkeitsüberprüfung des Postdienstes. Es gelang ihm der Nachweis, dass der Kostenaufwand für Entgegennahme, Frankieren und Ausliefern eines Briefes wesentlich grösser ist, als für den eigentlichen Transport. Damit vermochte er die Postverwaltung zu überzeugen, dass einheitliche Posttaxen wirtschaftlicher sind als distanzabhängige Tarife.

Babbage war ein kauziger und oft zu bissigem Sarkasmus neigender Mensch. Als Alfred Tennyson sein Gedicht «Erscheinung der Sünde» publizierte, in welchem die Zeilen stehen:

«In jeder Minute stirbt ein Mensch, und wird ein anderer geboren zugleich», machte Babbage den Dichter in einer Zuschrift darauf aufmerksam, dass es wegen des zur Arterhaltung notwendigen Geburtenüberschusses korrekterweise heissen müsse:
«...und wird $1 \frac{1}{16}$ geboren zugleich!»

Entschuldigend fügte er hinzu, dass auch das nur ein Näherungswert sei. Die genaue Zahl hätte jedoch so viele Stellen, dass diese in einer einzigen Verszeile keinen Platz fänden.

Babbage befasste sich auch mit der Mathematik von Lebensversicherungen und verfasste weitverbreitete Sterblichkeitstabellen. Ferner errechnete er praktische Logarithmentabellen, welche ebenfalls grosse Verbreitung fanden. Aber auch als geschickter Mechaniker, Erfinder und als Konstrukteur von Werkzeugmaschinen war Babbage seinerzeit bekannt. Er publizierte Arbeiten zur Physik, Astronomie, Geologie und Archäologie. Aber zeit seines Lebens gehörte seine stärkste Passion den Rechenmaschinen.

Er würde ohne weiteres den Rest seines Lebens dafür hergeben, erklärte Babbage einmal, um fünfhundert Jahre später für drei Tage zurückkehren zu können und sich anhand eines wissenschaftlichen Handbuchs alle Erfindungen und Entdeckungen seit seinem Tod erklären zu lassen. Babbage hatte grosses Vertrauen in den menschlichen Fortschritt. Das breite Spektrum seiner wissenschaftlichen und technischen Interessen sowie sein klares Bekenntnis zu sorgfältiger Analyse und Begriffsbildung, zu mathematischer Strenge und zu statistischen Betrachtungen machte diesen viktorianischen Gelehrten zu einem Wegbereiter der Moderne.

Mit zunehmendem Alter verbittert geworden, verstarb Babbage 1871 im Alter von fast 80 Jahren. Die Fachwelt hatte ihn jedoch bereits vergessen. Erst in der Mitte unseres Jahrhunderts war die Wissenschaft soweit vorangeschritten, dass sie Babbages Leistungen verstand und diese auch gebührend würdigen konnte.

2. On the Economy of Machinery and Manufactures

Sein 1832 publiziertes Buch mit diesem Titel wurde Babbages erfolgreichste Arbeit überhaupt. Es wurde mehrfach aufgelegt und ins Deutsche, Französische, Italienische und Spanische übersetzt. Durch exakte Beobachtung und Analyse der Fertigungsabläufe bei der Herstellung seiner Rechenmaschinen, entwickelte sich Babbage zu einem Fabrikationspezialisten ersten Ranges. In der Folge besuchte er viele Fabriken in England und auf dem Kontinent. Sein Buch enthält detaillierte Beschreibungen und Klassifikationen der Maschinen und Werkzeuge, die für die verschiedensten Fertigungsverfahren eingesetzt worden sind. Daraus leitete Babbage die wirtschaftlichen Grundprinzipien ab, welche für eine fabrikmässige Produktion massgebend sind.

Insbesondere die Arbeitsteilung, das charakteristischste Merkmal der Industrialisierung, unterzog Babbage einer detaillierten Analyse. Um deren

Vorteile bei verschiedenen Fabrikationsprozessen demonstrieren zu können, führte er genaue Zeitbestimmungen für die einzelnen Bewegungsabläufe mittels einer Uhr durch. Babbage wurde damit zum Vorläufer des Taylorismus. Am Rande sei vermerkt, dass Karl Marx seine Einsichten in die grundlegenden Zusammenhänge des Fabrikwesens, zu dessen Kritiker er dann wurde, zum grössten Teil aus Babbages Buch geschöpft hat. Das grösste Kompliment für sein Buch erhielt Babbage seinen eigenen Worten zufolge von einem englischen Arbeiter, als dieser sagte: «Dieses Buch hat mich zum Nachdenken gebracht.»

Babbage widmet auch ein ganzes Kapitel der Teilung der geistigen Arbeit. So wichtig die Arbeitsteilung für Fabrikationsabläufe auch sei, ebenso wichtig sei sie für die Organisation umfangreicher geistiger Tätigkeiten. Als Beispiel hierfür nennt er den französischen Ingenieur M.R. de Prony, welcher durch Adam Smith' «Reichtum der Nationen» auf die Vorteile der Arbeitsteilung aufmerksam geworden, dieses Prinzip auf die Berechnung trigonometrischer Tafeln für die Zentesimalteilung des rechten Winkels angewandt und dabei grosse Zeit- und Kostenersparnisse erzielt hatte.

Seine Erkenntnisse fasste Babbage wie folgt zusammen: «Der Nutzen der Arbeitsteilung, sowohl bei mechanischen wie bei geistigen Prozessen, äussert sich darin, dass für jede Tätigkeit ganz genau die Menge an Können und Wissen eingesetzt wird, die dazu notwendig ist.» Er weist darauf hin, dass die Arbeitsteilung sinnvollerweise nur dort angewendet werden soll, wo eine genügend grosse Nachfrage für das Produkt besteht, und dementsprechend ein höherer Kapitaleinsatz gerechtfertigt ist. Als Beispiel führt Babbage die Uhrenindustrie an, wo sich die Arbeitsteilung im frühen 19. Jahrhundert bereits stark ausgeprägt hatte. Uhrenindustrie und mathematische Tafeln waren denn auch die Schlüsselbegriffe, welche Babbage zwangsläufig zur Rechenmaschine zurückführten.

3. Die Rechenmaschinen

1822 verfasste Babbage einen Aufsatz mit dem Titel «Über das theoretische Prinzip einer Maschine zum Berechnen von Tabellen.» Darin unterstreicht er die Vorteile, die eine solche Maschine für die Regierung hätte, indem diese damit innert kürzester Zeit in der Lage wäre, genaue Tafeln für Astronomie und Navigation zu erstellen. Gleichzeitig anerkannte Babbage, den Bau einer solchen Maschine selbst an die Hand zu nehmen. In Skizzen stellte er seine Ideen dar und verfertigte ein Modell für eine sogenannte Differenzmaschine. Diese wies 3 Achsen und 18 Räder auf und konnte zwei Differenzen und acht Dezimalstellen verarbeiten. Dieses Modell führte er der Royal Society vor und erreichte damit, dass sie die Konstruktion einer grösseren Maschine befürwortete und die Regierung das Projekt finanziell unterstützte.

Die Differenzmaschine beruhte auf dem bekannten Prinzip, wonach die n-te Differenz zwischen aufeinanderfolgenden Funktionswerten mit äquidistantem Argument für algebraische Funktionen n-ten Grades konstant ist. Das heisst, dass sich jeder Funktionswert durch fortlaufende Addition berechnen lässt. Das Rechenverfahren ist damit mathematisch einfach, dafür sehr zeitaufwendig, so dass es nur maschinell zu bewältigen ist. Die grosse Differenzmaschine sollte für 7 Differenzen (= Funktionen 7. Grades) und 20 Dezimalstellen ausgelegt werden. Babbage hoffte, seine Maschine in nur 3 Jahren fertigstellen zu können. Es gelang ihm, bekannte Mechaniker, wie Joseph Clement und Joseph Withworth für die mechanische Realisierung dieses komplexen Apparates beizuziehen.

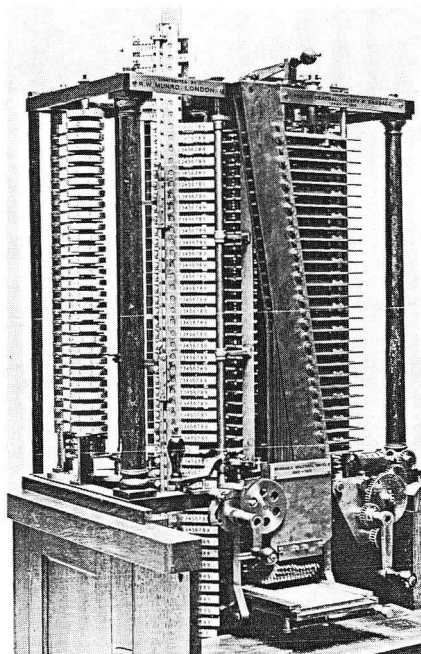
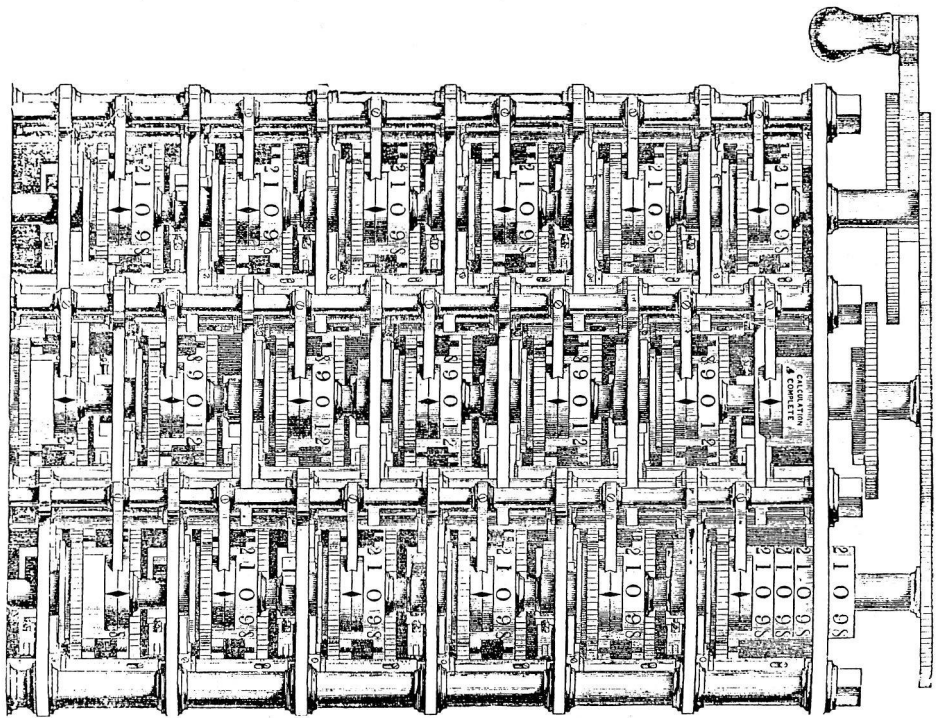
Doch wurde dieses Wunderwerk nie vollendet. Die Schwierigkeiten waren unüberwindlich, alle die vielen Zahnräder, Nocken, Federn und

Beispiel: $y = x^3$

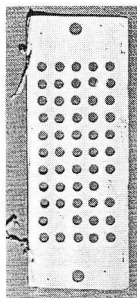
x	y	Δ_1	Δ_2	Δ_3
0	0			
1	1	1		
2	8	7	6	
3	27	19	12	6
4	64	37	18	6
5	125	61	24	6
6	216	91	30	6
7	343	127	36	6
				= konst.

Mathematisches Prinzip der Differenzmaschine (Funktionsberechnung über konstante Differenzen)

Differenzmaschine von Babbage (Modell)



Analytische Maschine mit
Ausgabedruker und
Lochkarte zur Steuerung

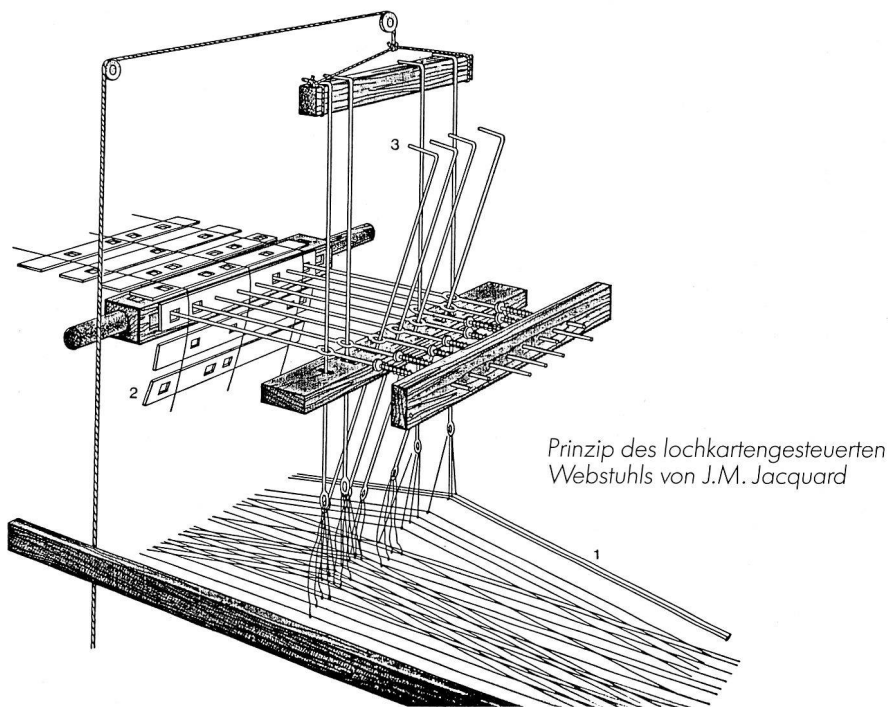


Hebel präzise genug herstellen zu können. Nach zehnjährigem Prübeln, Verwerfen und Neubeginnen gab Babbage den Plan auf. Er hatte den grössten Teil seines Vermögens für dieses Projekt geopfert. Auch das Finanzministerium hatte 17000 £ in das Unternehmen gesteckt. Die fertiggestellten Teile der Maschine und die dazugehörigen Zeichnungen wurden an der Weltausstellung 1851 in London gezeigt und gingen dann in den Besitz des Science Museums über, wo sie heute noch zu besichtigen sind.

Schon ein Jahr, nachdem Babbage die Arbeit an der Differenzmaschine abgebrochen hatte, begann er sich mit Ideen für eine neue Rechenmaschine zu befassen. Die Analytische Maschine, wie Babbage sie bezeichnete, sollte wesentlich grössere Datenmengen verknüpfen und schneller arbeiten können, aber trotzdem konstruktiv einfacher sein als die Differenzmaschine. 1834 unternahm Babbage wiederum einen Vorstoss beim Schatzkanzleramt, um finanzielle Zuschüsse vom Staat zu erhalten. Trotz wiederholtem Bitten und Mahnen zeigte sich die Regierung nicht bereit, weitere Mittel bereitzustellen. Babbage liess sich jedoch nicht entmutigen und machte sich verbissen an die Arbeit. Zeitweise beschäftigte er einen ganzen Stab von Zeichnern und Mechanikern für die Anfertigung von Konstruktionsplänen und Modellen.

Die Analytische Maschine war als 4-Spezies-Maschine konzipiert und sollte einen Speicher für 1000 50stellige Zahlenwerte enthalten. Analog zum Jacquard-Webstuhl sollte die Steuerung des Rechenwerks mit Lochkarten erfolgen. Nach Babbages Worten würde die Maschine «sich in den eigenen Schwanz beißen können». Das heisst, dass sich der Rechenprozess automatisch an ein bereits vorhandenes Resultat anpassen konnte, soweit dies – etwa bei Iterationen – nötig war. Es war auch ein Druckwerk vorgesehen, welches die errechneten Werte direkt in Tabellenform ausgeben konnte.

Die beste Beschreibung der Analytischen Maschine stammt von einer Dame: Lady Ada Augusta, Countess of Lovelace (1815–1852). Sie war Mathematikerin und Schülerin von Babbage. Lady Ada war die Tochter von Lord Byron und sollte als erste Programmiererin in die Computergeschichte Einzug halten. Ihr zu Ehren trägt heute eine Programmiersprache



Lady Ada, Gräfin von Lovelace, die erste Programmiererin der Welt

ihren Namen. Lady Ada sagte, die Analytische Maschine könne ebenso gut algebraische Muster weben, wie der Jacquard-Webstuhl Blumen und Blätter. «Diese Maschine stellt alle Vorläufer in den Schatten, sowohl bezüglich Umfang der damit zu bewältigenden Rechnungen, als auch hinsichtlich ihrer Genauigkeit, Sicherheit und der Leichtigkeit ihrer Handhabung». Der grösste Gewinn liegt jedoch darin, dass die Operationen automatisch ablaufen, ohne dass die menschliche Intelligenz einzugreifen braucht.»

Noch mehr als mit der Differenzmaschine war Babbage mit der neuen Maschine seiner Zeit voraus. Sie sollte ihn bis an sein Lebensende nicht mehr loslassen. Auch sie blieb unvollendet. Unnötig, zu präzisieren, weshalb ihre Realisierung scheitern musste. Erst hundert Jahre später sollte die Zeit reif sein für Wunderwerke dieser Art!

«Babbages Traum wird Wirklichkeit!» So betitelte die britische Zeitschrift Nature 1946 einen Bericht über den von Aiken in den USA entwickelten Relaiscomputer Mark I. In der Tat war Babbage ein Prophet, welcher hundert Jahre weit voraussah und dies in dreifacher Weise:

1. Er erkannte die Notwendigkeit leistungsfähiger Rechenmaschinen für die praktische Durchführung langwieriger und zeitraubender Berechnungen.
2. Die Begründung des modernen «Operations Research» durch Babbage ist heute allgemein anerkannt.
3. Babbage profilierte sich mit der damals unüblichen Idee, dass komplexe Grossprojekte durch staatliche Beteiligung gefördert werden sollten.

Babbages wichtigste Beiträge zur Entwicklung des modernen Rechenautomaten waren die Verwendung der Lochkarte zur Prozesssteuerung, die Erkenntnis des Bedarfs einer Zwischenspeicherung sowie sein Beweis für die grundsätzliche Durchführbarkeit umfangreicher Zahlenrechnungen auf mechanischem Wege. Damit hatte er die Notwendigkeit grösserer Rechengeschwindigkeit und höherer Genauigkeit erfasst und den Weg aufgezeigt bis hin zur Entwicklung des modernen elektronischen Computers.

Literaturverzeichnis

- Babbage Ch.: On the Economy of Machinery and Manufactures. London 1832
- de Beauclair W.: Rechnen mit Maschinen. Braunschweig 1968
- Bernstein J.: The Analytical Engine. Computers-Past, Present and Future. London 1965
- Chapuis A./Droz E.: Les Automates. Neuchâtel 1949
- Hyman A.: Charles Babbage, Pioneer of the Computer. Oxford 1984
- Langley Moore D.: Ada Countess of Lovelace. London 1977
- Morrison P./Morrison E.: (Eds.) Charles Babbage and his Calculating Engines. (Selected Writings by Charles Babbage and others) New York 1961
- Randell B. (Ed.): The Origins of Digital Computers. (Selected Papers) Berlin/Heidelberg/New York 1982
- Williams M.R.: A History of Computing Technology. Englewood Cliffs N.J. 1985